

## **Inverted filter centrifuge for separation of solid material-fluid mixture**

Patent Number: DE19648511

Publication date: 1998-04-16

Inventor(s): MAYER GERD DR (DE); GERTEIS HANS (DE)

Applicant(s): HEINKEL IND ZENTRIFUGEN (DE)

Requested  
Patent: ☐ DE19648511

Application  
Number: DE19961048511 19961122

Priority Number  
(s): DE19961048511 19961122

IPC

Classification: B04B3/02; B04B5/10; B04B15/12; F26B1/00; F26B3/00; B04B11/04

EC Classification: B04B3/02D, B04B13/00, B04B15/12

Equivalents: CN1083738B, CN1238716, ☐ EP0939677 (WO9823380), B1, ES2153218T, JP2001509068T, ☐ RU2182852, ☐ WO9823380

---

### **Abstract**

The dehumidification and drying occur with the aid of a flowing drying gas and also in the solid material drier by heat convection with the aid of a flowing drying gas. The inverted filter centrifuge (1) and the solid material drier (10) are joined together to form a unit by a cut-off valve (18) making possible a sealed separation of the centrifuge and the drier. On the inverted filter centrifuge and the solid material drier, sensors (35,63,65,67,68,69,64) are provided for the measurement of the ruling degree of dehumidification and drying together also with other operating parameters, e.g. weight of the drum contents, pressure, temperature, throughflow amount and/or pH value of the filtrate, speed, humidity, inflow amount of the fed suspension.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 196 48 511 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 04 B 3/02**  
B 04 B 5/10  
B 04 B 15/12  
F 26 B 1/00  
F 26 B 3/00  
B 04 B 11/04

②① Aktenzeichen: 196 48 511.8-23  
②② Anmeldetag: 22. 11. 96  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 4. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Heinkel Industriezentrifugen GmbH & Co, 74321  
Bietigheim-Bissingen, DE

⑦④ Vertreter:  
HOEGER, STELLRECHT & PARTNER  
PATENTANWÄLTE GBR, 70182 Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Gerteis, Hans, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE;  
Mayer, Gerd, Dr., 74321 Bietigheim-Bissingen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 43 16 081 C1  
DE 36 30 920 C1

⑤④ **Stülpfilterzentrifuge**

⑤⑦ Einer Stülpfilterzentrifuge ist ein Feststofftrockner nachgeschaltet, wobei in der Stülpfilterzentrifuge durch Schleudern, Druckgaspressen und/oder Wärmekonvektion und im Feststofftrockner durch Wärmekontakt und/oder Wärmekonvektion eine Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes stattfindet. Die Stülpfilterzentrifuge und der Feststofftrockner sind über eine Verschlußeinrichtung miteinander zu einer Einheit verbunden. Sensoren dienen der Messung des jeweils herrschenden Entfeuchtungs- und Trocknungsgrades sowie der Bestimmung weiterer Betriebsparameter. Die Sensoren betätigen eine gemeinsame Steuervorrichtung, welche die Betriebsparameter regeln. Die Steuervorrichtung führt die Regelung der Betriebsparameter in der Weise selbsttätig durch, daß die Betriebszeiten für die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge und im Feststofftrockner sich aufeinander abstimmen und gleichzeitig die Aufteilung der mechanischen Schleuderenergie und der thermischen Energien in Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner optimal erfolgt.

DE 196 48 511 C 1

DE 196 48 511 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Stülpfilterzentrifuge zur Trennung eines Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches mit nachgeschaltetem Feststofftrockner, wobei in der Stülpfilterzentrifuge durch Schleudern, Druckgaspressen und Wärme Konvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases und im Feststofftrockner durch Wärme Konvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases eine Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes stattfindet.

Es sind Stülpfilterzentrifugen bekannt (DE 43 16 081 C1), bei denen in der rotierenden Schleudertrommel eine mechanische Entfeuchtung und Trocknung des an der Trommelwand haftenden Filterkuchens stattfindet und der Filterkuchen zur weiteren Entfeuchtung mit Trockengas durchströmt wird, wobei die Effizienz der Entfeuchtung und Trocknung naturgemäß von der Temperatur und Geschwindigkeit des durchströmenden Gases abhängt. Auch ist es bekannt, bei solchen Stülpfilterzentrifugen vor dem Durchströmen des Filterkuchens mit Trockengas die Kapillaren des Filterkuchens mit einem unter relativ hohem Druck stehenden Gas freizublasen, um so dem Trockengas den Weg zu öffnen.

Weiterhin ist es bekannt, in den Fällen, in denen die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge nicht ausreichen, der Zentrifuge thermische Aggregate in Gestalt eines Feststofftrockners nachzuschalten, in welchem der von der Stülpfilterzentrifuge abgezogene Feststoff durch Wärme Kontakt im Wege einer Beheizung und/oder durch Wärme Konvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases behandelt wird, um eine weitere Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes bis zum gewünschten Endwert zu erreichen. Vielfach ist es auch erforderlich, den verlangten Endtrocknungsgrad (Restfeuchte) durch eine Endtrocknung im Vakuum zu erreichen. Auch eine Desagglomerierung des Feststoffes durch abwechselndes Anlegen von Vakuum und Druck ist möglich. In der Regel geschieht die Endtrocknung oder Desagglomerierung durch Vakuum im Feststofftrockner, obwohl grundsätzlich diese Vorgänge auch in der Stülpfilterzentrifuge ausgeführt werden können.

Als Trockengas kommt Luft oder ein anderes, insbesondere ein Inertgas in Frage. Wird das Trockengas beim Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgang sowohl in der Stülpfilterzentrifuge als auch im Feststofftrockner mit Schadstoffen kontaminiert, muß es entweder entsorgt oder in einer Aufbereitungsanlage behandelt werden, so daß das gereinigte Trockengas im Kreislauf zur Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge und im Feststofftrockner wieder verwendet werden kann und der Frischgasverbrauch auf ein Minimum reduziert wird.

Bei der Überführung des in der Stülpfilterzentrifuge vorgetrockneten Feststoffes in den Feststofftrockner machen sich häufig größere Feststoff-Agglomerate störend bemerkbar, die durch zu hohe Verdichtung oder zu hohe Kapillarbindungskräfte entstehen können. In diesem Falle muß vor dem Eintritt des Feststoffes in den Feststofftrockner eine Desagglomerierung, d. h. Zerkleinerung, durchgeführt werden.

Im herkömmlichen Betrieb von Stülpfilterzentrifugen und Feststofftrocknern sind diese entkoppelt, d. h. jeder dieser Apparate wird im Hinblick auf das bei einem bestimmten Produkt zu erzielende Ergebnis für sich dimensioniert und gesteuert. Dabei muß im konkreten Anwendungsfall die Größe jedes Apparates nach den in Betracht zu ziehenden, möglicherweise auftretenden schlechtesten Ergebnissen ausgerichtet werden, wobei die Verweilzeit in der Stülpfilterzentrifuge oder im Feststofftrockner, z. B. bedingt durch einzukalkulierende Fehlchargen, zu lange werden kann.

Da bei bekannten Anlagen weder die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge noch die Entfeuchtung und Trocknung im Feststofftrockner in ihren Ergebnissen aufeinander abgestimmt werden können, arbeiten die aus Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner bestehenden Aggregate infolge von Warte- oder Stillstandszeiten häufig unwirtschaftlich. Auch werden solche Aggregate im Hinblick auf die Erfüllung bestimmter Produktionserwartungen häufig mit zu hoher Sicherheit ausgelegt, was unmittelbar die Gesteungskosten der Aggregate und deren Betriebskosten negativ beeinflusst.

Auch kann der in der Stülpfilterzentrifuge durch mechanisches Schleudern erreichbare Entfeuchtungsgrad begrenzt sein, so daß z. B. durch ein thixotropes Verhalten des abgetrennten Feststoffes dieser an unerwünschten Stellen ankleben oder "anbacken" kann und einen Weitertransport des Produktes in den Feststofftrockner erschwert. Auch hierdurch können unerwünschte Stillstandszeiten entstehen. Außerdem können zusätzliche Ausrüstungen erforderlich werden, welche die notwendigen Investitionen ebenfalls in die Höhe treiben.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Stülpfilterzentrifuge mit nachgeschaltetem Feststofftrockner so weiterzubilden, daß sich Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner im Betrieb zur Erzielung eines bestimmten Entfeuchtungsgrades gegenseitig synergetisch ergänzen, wobei insbesondere der Einsatz der thermischen Energie des Trockengases optimiert werden soll.

Diese Aufgabe wird durch den Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der Betrieb einer solchen Anlage wird also von dem Gedanken beherrscht, produkt- und ergebnisabhängig die Trocknungsarbeit optimal auf die Stülpfilterzentrifuge und den Feststofftrockner aufzuteilen, wobei bedarfsweise Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge nicht in der Stülpfilterzentrifuge, sondern im Feststofftrockner und umgekehrt vorgenommen werden.

Die nachstehende Beschreibung einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung dient im Zusammenhang mit beiliegender Zeichnung der weiteren Erläuterung. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Stülpfilterzentrifuge mit nachgeschaltetem Feststofftrockner bei geschlossener Schleudertrommel und

Fig. 2 die Stülpfilterzentrifuge aus Fig. 1 mit geöffneter Schleudertrommel.

Die auf der Zeichnung dargestellte Stülpfilterzentrifuge 1 umfaßt in einem Maschinengehäuse 2 eine drehbar gelagerte Hohlwelle 3, die über einen (nicht dargestellten) Motor in raschen Umlauf versetzt werden kann. Die Hohlwelle 3 erstreckt sich über eine das Maschinengehäuse 2 an dessen Vorderseite abschließende Trennwand 4 hinaus und weist eine (ebenfalls nicht dargestellte) axial verlaufende Keilnut auf, in welcher ein Keilstück 5 axial verschieblich ist. Dieses Keilstück 5 ist starr mit einer im Innern der Hohlwelle 3 verschiebbaren Welle 6 verbunden, die somit gemeinsam mit der Hohlwelle 3 umläuft, jedoch in dieser axial verschieblich ist.

An dem über die Trennwand 4 hinausragenden Ende der Hohlwelle 3 ist eine topfförmige Schleudertrommel 7 drehfest angeflanscht. An ihrer kreiszylindrischen Seitenwand weist die Schleudertrommel 7 radial verlaufende Durchlaßöffnungen auf. Die Trommel 7 ist einseitig durch einen Boden 8 verschlossen und an ihrer dem Boden 8 gegenüberliegenden Stirnseite offen. An dem die offene Stirnseite umgebenden Rand ist ein im wesentlichen kreiszylindrisch ausgebildetes Filtertuch 9 dicht eingespannt, dessen gegenüber-

liegender Rand dicht mit einem Bodenstück 11 verbunden ist. Das Bodenstück 11 ist starr mit der verschiebbaren, den Boden 8 frei durchdringenden Welle 6 verbunden.

An dem Bodenstück 11 ist über Stieholzen 12 unter Freilassung eines Zwischenraums starr ein Schleuderraumdeckel 13 befestigt, der in Fig. 1 den Innenraum der Schleudertrommel 7 dicht verschließt und in Fig. 2 gemeinsam mit dem Bodenstück 11 durch axiales Herausschieben der Welle 6 aus der Hohlwelle 3 frei von der Schleudertrommel 7 abgehoben ist. In Fig. 1 ist das Filtertuch 9 zur Innenseite der Schleudertrommel 7 eingestülpt, in Fig. 2 ist dieses Tuch 9 nach außen umgestülpt.

Die geschlossene Schleudertrommel 7 (Fig. 1) läuft in einem bestimmten Abschnitt des Maschinengehäuses 2 um. Flüssigkeit (Filtrat), welche aus der Schleudertrommel 7 herausgepreßt wird, gelangt in eine Abfuhrleitung 14, die über einen Faltenbalg 15 flexibel an das Maschinengehäuse 2 angeschlossen ist. Die Abfuhrleitung 14 ist durch ein Absperrventil 16 verschließbar. In einem weiteren Abschnitt des Maschinengehäuses 2, der - vgl. Fig. 2 - das umgestülpte Filtertuch 9 und den Schleuderraumdeckel 13 aufnimmt, erfolgt das Abschleudern des von der Flüssigkeit abgetrennten Feststoffes vom Filtertuch 9. Dieser Abschnitt des Maschinengehäuses 2 ist über einen Faltenbalg 17 flexibel mit einem Feststofftrockner 10 verbunden. Der Feststofftrockner 10 ist durch ein Absperrventil 18 gegenüber dem Maschinengehäuse 2 dicht verschließbar. Bei der dargestellten Ausführungsform ist zwischen Maschinengehäuse 2 und Feststofftrockner 10 (oberhalb des Absperrventils 18) noch ein Desagglomerierer 19 angeordnet, welcher der vorherigen Zerkleinerung des in den Feststofftrockner gelangenen Feststoffes 20 dient. Dieser Desagglomerierer 19 ist nicht unbedingt erforderlich.

Der den abgeschleuderten und gegebenenfalls zerkleinerten Feststoff 20 aufnehmende eigentliche Feststofftrockner 10 umfaßt einen Behälter 21, der durch eine, z. B. elektrische, Heizvorrichtung 22 aufheizbar ist. Die Wärme wird dabei durch Wärmekontakt auf den Feststoff 20 übertragen, wodurch der Feststoff 20 einer Trocknung unterworfen wird.

Der Behälter 21 ist an seiner Unterseite durch eine schwenkbare Klappe 23, welche mit durchgehenden Perforationen 24 versehen ist, verschließbar. Bei geöffneter Klappe 23 gelangt der getrocknete Feststoff 20 in einen weiteren Behälter 25, dessen Auslaß durch ein Absperrventil 26 wahlweise dicht verschließbar ist. Mit dem Auslaß des Behälters 25 kann ein Produktaufnahmegefäß verbunden werden, in welches bei geöffnetem Absperrventil 26 der fertig getrocknete Feststoff 20 eingefüllt wird. Der Behälter 25 weist einen Einlaßstutzen 27 für Trockengas auf, welches durch die Perforationen 24 der Klappe 23 den Feststoff 20 im Behälter 21 durchströmt und über eine Leitung 28 abfließt.

Die Stülpfilterzentrifuge 1 ist weiterhin mit einem Füllrohr 29 versehen, welches zum Zuführen einer in ihre Feststoff- und Flüssigkeitsbestandteile zu zerlegenden Suspension in den Innenraum der Schleudertrommel 7 dient (Fig. 1) und in dem in Fig. 2 dargestellten Betriebszustand in eine Bohrung 31 der verschiebbaren Welle 6 eindringt, wobei die Verschiebung der Welle 6 und damit das Öffnen und Schließen der Schleudertrommel 7 über (nicht dargestellte, auf der Zeichnung rechts gelegene) Antriebsmotoren, z. B. hydraulisch, erfolgt.

Im Schleuderbetrieb nimmt die Stülpfilterzentrifuge 1 die in Fig. 1 gezeichnete Stellung ein. Die verschiebbare Welle 6 ist in die Hohlwelle 3 zurückgezogen, wodurch das Filtertuch 9 derart in die Schleudertrommel 7 eingestülpt ist, daß es in deren Innerem die Durchlaßöffnungen im Trommel-

mantel überdeckt. Der Schleuderraumdeckel 13 verschließt dabei die offene Stirnseite der Schleudertrommel 7. Bei rasch rotierender Schleudertrommel 7 wird über das Füllrohr 29 kontinuierlich zu filtrierende Suspension eingeführt. Die flüssigen Bestandteile der Suspension treten als Filtrat durch das Filtertuch 9 und die Durchlaßöffnungen im Trommelmantel hindurch in das Maschinengehäuse 2 ein und werden dort in die Abfuhrleitung 14 geleitet. Die Feststoffteilchen der Suspension werden in Form eines Filterkuchens vom Filtertuch 9 zurückgehalten.

Bei weiterhin - gewöhnlich langsamer - rotierender Schleudertrommel 7 und nach Abschaltung der Suspensionszufuhr am Füllrohr 29 mit einem Ventil 30 wird nun entsprechend Fig. 2 die Welle 6 (nach links) verschoben, wodurch sich das Filtertuch 9 umstülpt und die an ihm haftenden Feststoffteilchen nach auswärts abgeschleudert werden. Die Feststoffteilchen gelangen - gegebenenfalls nach Durchtritt durch den Desagglomerierer 19 - bei geöffnetem Absperrventil 18 in den Behälter 21 des Feststofftrockners 10, wo der Feststoff 20 in der bereits oben angedeuteten Weise weiter entfeuchtet und getrocknet wird.

Nach beendetem Abwurf des Feststoffes 20 vom Filtertuch 9 wird die Stülpfilterzentrifuge 1 durch Zurückschieben der Welle 6 wieder in die Betriebsstellung gemäß Fig. 1 gebracht, wobei sich das Filtertuch 9 in entgegengesetzter Richtung zurückstülpt. Auf diese Weise ist ein Betrieb der Stülpfilterzentrifuge 1 mit ständig rotierender Schleudertrommel 7 möglich.

Die beschriebene Anordnung einschließlich Maschinengehäuse 2 und Schleudertrommel 7 ist in sich starr ausgebildet und um eine horizontale Drehachse 32 schwenkbar gelagert. Die Achse 32 ist ihrerseits auf einem elastischen Pufferelement 33 angeordnet, das seinerseits auf einem ortsfesten, z. B. mit dem Erdboden verbundenen Sockel 34 aufliegt. Zwischen dem Maschinengehäuse 2 und dem Sockel 34 ist im Abstand von der Drehachse 32 ein Kraftmeß-Element 35 angeordnet. Somit wirkt die ganze Anordnung als eine Art Balkenwaage: Durch die in die Schleudertrommel 7 über das Füllrohr 29 eingeführte Substanz wird die links von der Drehachse 32 gelegene Seite der Stülpfilterzentrifuge 1 belastet, wodurch das rechts von der Drehachse 32 gelegene Kraftmeß-Element 35, das beispielsweise durch Zug beanspruchbar ist, entsprechend beeinflusst wird. Das auf diese Weise gemessene Gewicht kann für die Kontrolle der Füllmenge der Schleudertrommel 7 ausgenutzt werden. Auch kann das Kraftmeß-Element 35 als Sensor für den vorliegenden Entfeuchtungsgrad des Feststoffes ausgenutzt werden, da die abgeschleuderte Flüssigkeit zu einer Gewichtsverminderung führt.

Die oben erwähnten Faltenbälge 15, 17 an Abfuhrleitung 14 und Feststofftrockner 10 verhindern eine Störung der Gewichtsmessung, weil sie die "Balkenwaage" insoweit von den ortsfesten Teilen, nämlich der Abfuhrleitung 14 und dem Feststofftrockner 10, entkoppeln. Eine solche Entkopplungseinrichtung - auf der Zeichnung nicht sichtbar ist natürlich auch am Füllrohr 29 vorgesehen, beispielsweise in Form eines ebenfalls faltenbalgartigen Schlauches, der außerhalb des Maschinengehäuses 2 liegt und einen Teil des Füllrohrs 29 bildet.

Wie dargestellt, ist das Füllrohr 29 mit einer Leitung 41 verbunden, über welche ein Gas in den Innenraum der Schleudertrommel 7 eingeführt werden kann. Das freie Ende des Füllrohrs 29 ist zu diesem Zweck über eine drehbare Dichtung 42 gasdicht in die Schleudertrommel 7 eingeführt. Auf diese Weise kann ein unter relativ hohem Druck stehendes Gas in den Innenraum der Schleudertrommel 7 eingeleitet werden, welches zum Durchblasen der noch mit Feuchtigkeit gefüllten Kapillaren des am Filtertuch 9 haf-

tenden Feststoffes 20 (Filterkuchen) dient. Weiterhin kann über die Leitung 41 auch ein auf eine bestimmte Temperatur vorgeheiztes Trockengas in die geschlossene Schleudertrommel 7 eingeführt werden, welches den Filterkuchen durchströmt und den Feststoff 20 trocknet. Das Abgas, welches den Feststoff 20 durchdrungen hat, wird über einen Auslaßstutzen 43 und eine Leitung 44 abgeführt. Auf diese Weise kann die rein mechanische Schleudertrocknung mit einer Trocknung durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Gases kombiniert werden. Außerdem ist ein Druckgaspressen des Filterkuchens zum Freiblasen von dessen Kapillaren möglich.

Die Leitung 41, welche ein Absperrventil 45 enthält, ist an ihrem dem Füllrohr 29 gegenüberliegenden Ende mit einer Vorrichtung 46 zur Lieferung der den angegebenen Zwecken dienenden Gase verbunden. Die Vorrichtung 46 enthält (in an sich bekannter und nicht dargestellter Weise) außer einer Gasquelle insbesondere einen Kompressor und Heizrichtungen, um das über das Füllrohr 29 zugeführte Gas auf den gewünschten Druck und die gewünschte Temperatur zu bringen. Die Vorrichtung 46 dient gleichzeitig auch der Wiederaufbereitung des über die Leitung 44 zugeführten Abgases. Zu diesem Zweck enthält die Vorrichtung 46 in an sich bekannter Weise insbesondere Entfeuchtungseinrichtungen (Kondensatoren), Filtereinrichtungen, Gaswascheinrichtungen, Adsorptionseinrichtungen u. dgl. Das aufbereitete Gas wird zirkulierend über die Leitung 41 wieder der Stülpfilterzentrifuge 1 zugeführt.

Über eine mit dem Einlaßstutzen 27 am Behälter 25 verbundene Leitung 47, die ein Ventil 48 enthält, kann aus der Vorrichtung 46 Trockengas in den Feststofftrockner 10 eingeleitet werden, wo es den Feststoff 20 durchdringt, trocknet und über die Leitung 28 abgeführt wird. Die Leitung 28 transportiert das mit Feuchtigkeit befrachtete Abgas in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise zur Vorrichtung 46 zurück, wo es wieder aufbereitet und über die Leitung 47 im Kreislauf wieder dem Feststofftrockner 10 zugeführt wird.

Die Leitung 28 enthält im Strömungsweg hinter dem Feststofftrockner 10 ein Filter 51 zur Abscheidung von Schadstoffen. Über eine von der Leitung 41 abgezweigte Leitung 52 mit Ventil 53 kann das Filter 51 rückgespült werden. Während der Rückspülung wird ein in der Leitung 28 vorgesehenes Ventil 54 geschlossen.

Von der Leitung 28, die in der Nähe der Vorrichtung 46 ein weiteres Ventil 55 enthält, zweigt eine Leitung 56 mit Ventil 57 ab, die eine Vakuumpumpe 58 (Saugpumpe) enthält und zur Vorrichtung 46 zurückführt, so daß auch von der Vakuumpumpe 58 abgezogenes Gas dort wiederaufbereitet werden kann. Bei geschlossenen Ventilen 53, 55 und geöffneten Ventilen 54, 57 kann somit im Behälter 21 des Feststofftrockners 10 ein Vakuum (Unterdruck) erzeugt werden, der die Entfeuchtung des Feststoffes 20 im Behälter 21 begünstigt. Normalerweise ist in diesem Falle das Ventil 48 in der Leitung 47 geschlossen. Es kann jedoch günstig sein, das Ventil 48 geringfügig zu öffnen, so daß über die Leitung 47 eine geringe Trockengasmenge eintritt und den Feststoff 20 als sogenanntes "Schleichgas" durchströmt. Dieses Schleichgas dient der besseren Mitnahme und Abführung des im Vakuum entstehenden Dampfes über die Leitung 28.

Mit Hilfe der Vakuumpumpe 58 kann über die Leitung 28 der Feststoff 20 im Behälter 21 auch einer Druckwechselbeanspruchung unterzogen werden, was zu einer Desagglomeration oder Zerkleinerung des Feststoffes 20 führt. Ursächlich hierfür ist der im agglomerierten Feststoff 20 entstehende Dampfdruck. Für die Durchführung dieser Desagglomeration durch Druckwechsel werden unter den oben beschriebenen Vakuumbedingungen das Ventil 54 in der Lei-

tung 28 und das Ventil 48 in der Leitung 47 abwechselnd geöffnet und geschlossen. Die Ventile 54 und 48 sind zu diesem Zwecke mit entsprechenden Steuereinrichtungen 61 bzw. 62 verbunden.

Die auf der Zeichnung dargestellte Anlage enthält außer dem bereits erwähnten, als Kraftmeß-Element 35 ausgebildeten und beispielsweise der Feststellung des Entfeuchtungsgrades dienenden Sensor noch weitere Sensoren: An der Leitung 47 ist ein Sensor 63 angeordnet, der der Messung von Druck und/oder Temperatur des über diese Leitung 47 zugeführten Trockengases dient. Weitere Sensoren 64, die am Feststofftrockner 10 angeordnet sind, dienen der Bestimmung der Temperatur und/oder der Restfeuchte des Feststoffes 20 bzw. der Temperatur und/oder des Feuchtigkeitsgehaltes des Abgases im Trockner 10. Ein Sensor 65 an der Abführleitung 14 wird dazu verwendet, die Durchflußmenge und/oder den pH-Wert des Filtrats zu bestimmen. Ein Sensor 66 an der Welle 3 der Stülpfilterzentrifuge 1 dient der Messung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Schleudertrommel 7. Über einen Sensor 67 in der Leitung 44 für das Abgas kann die Temperatur des Abgases und die in ihm enthaltene Feuchtigkeitsmenge festgestellt werden. Ein Sensor 68 in der Leitung 41 dient der Bestimmung des Druckes und der Feuchtigkeit des über das Füllrohr 29 der Schleudertrommel 7 zugeführten Gases. Am Füllrohr 29 schließlich ist ein Sensor 69 zum Abfühlen der Zuflußmenge und/oder der Temperatur der zugeführten Suspension angeordnet. Alle diese Sensoren, zu denen im Bedarfsfall noch weitere Sensoren treten können, sind über Leitungen, die der Übersichtlichkeit halber auf der Zeichnung nicht eigens dargestellt sind, mit einer Steuereinrichtung 71 verbunden, die an die Vorrichtung 46 zur Lieferung und Wiederaufbereitung der benötigten Gase angeschlossen ist. Diese Steuereinrichtung 71 ist in an sich bekannter Weise programmierbar, so daß der Betriebsablauf der beschriebenen Anordnung in kontrollierter, sich selbst regelnder Weise automatisch gesteuert werden kann, wobei insbesondere die Dauer und Intensität der im einzelnen ablaufenden Trocknungsvorgänge, also beispielsweise die Dauer des Schleudervorgangs oder die Dauer der Zuführung von Trockengas über die Leitung 47 entsprechend abgestimmt wird. Einzelheiten über diese Steuervorgänge werden nachstehend noch erläutert.

Wichtig für die Funktionsweise der beschriebenen Anordnung zum Trennen von Flüssigkeit und Feststoff 20 und anschließend Entfeuchten und Trocknen des Feststoffes 20 ist die mechanische dichte Trennung der Stülpfilterzentrifuge 1 vom Feststofftrockner 10 durch das vom Absperrventil 18 gebildete Verschlusselement. Stülpfilterzentrifuge 1 und Feststofftrockner 10 bilden zwar eine Einheit oder ein Gesamtsystem, jedoch ist sowohl die Stülpfilterzentrifuge 1 wie auch der Feststofftrockner 10 ein eigenes, in sich geschlossenes System.

Sämtliche Maßnahmen, die zur Trocknung des Feststoffes im Feststofftrockner 10 führen, beeinträchtigen die gleichzeitig in der Stülpfilterzentrifuge 1 ablaufenden Vorgänge nicht. Zu den Trocknungsvorgängen im Feststofftrockner 10 kann außer der bereits erwähnten Kontakttrocknung (Heizvorrichtung 22), Konvektivtrocknung (Trockengaszuführung über die Leitung 47) und Vakuumtrocknung (Vakuumpumpe 58) auch noch eine Trocknung in einer Wirbel- oder Flugschicht kommen, die durch Trockengas, das unter entsprechend hohem Druck über die Leitung 47 zugeführt wird, im Behälter 21 des Feststofftrockners 10 erzeugt wird. Wegen der Trennung der beiden Systeme durch das Absperrventil 18 wird im übrigen auch von den Vorgängen im Feststofftrockner 10 eine z. B. gravimetrisch oder radiometrisch ( $\gamma$ -Strahlen) vorgenommene Füllsteuerung der Schleudertrommel 7 sowie gegebenenfalls ein zum Zwecke

einer Abdichtung in das Maschinengehäuse 2 eingeleiteter Gasstrom nicht beeinflusst.

Wenn, wie dargestellt und beschrieben, die über die Leitungen 41 und 47 zugeführten Gase über die Leitungen 44 bzw. 28 zurückgeführt und nach Aufbereitung in der Vorrichtung 46 wiederverwendet werden, ergibt sich eine besonders günstige Möglichkeit, die betreffenden Gase zweckmäßig und energiesparend, also ökonomisch auf die beiden Systeme der Stülpfilterzentrifuge 1 bzw. des Feststofftrockners 10 aufzuteilen.

Nachstehend wird ein Beispiel für eine solche Aufteilung des Gasstromes angegeben, wobei die Aufteilung sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 1 als auch im Feststofftrockner 10 in jeweils zwei Abschnitten oder Prozessschritten vorgenommen wird.

In der Stülpfilterzentrifuge 1 werden in einem ersten Abschnitt die Schritte des Füllens, Zwischenschleuderns, Wachsens und Endschleuderns, gegebenenfalls Schleuderns unter Druck, durchgeführt. In diesem Abschnitt wird bei allen Schritten, ausgenommen Schleudern unter Druck, kein Gas und beim Druckschleudern nur eine geringfügige Menge an Gas benötigt.

Im zweiten Abschnitt wird der Feststoff 20 (Filterkuchen) in der Stülpfilterzentrifuge 1 zum Zwecke einer konvektiven Trocknung mit Gas durchströmt. Das Trocknungsergebnis ist hierbei sowohl vom Zustand des Gases (Feuchtigkeit, Temperatur) als auch von der Gasmenge und der Durchfließgeschwindigkeit abhängig. In diesem Abschnitt wird eine relativ große Menge an Gas benötigt.

Im Feststofftrockner 10 liegen die Verhältnisse mit Bezug auf die oben beschriebenen Vorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 1 gerade umgekehrt. In einem ersten Abschnitt wird der Feststoff 20 im Behälter 21 von einer großen Menge an Gas durchströmt, selbst wenn man eine zusätzliche Kontakt-trocknung über die Heizvorrichtung 22 anwendet. Wenn anschließend in einem zweiten Abschnitt im Feststofftrockner 10 eine Endtrocknung unter Vakuum vorgenommen wird, wird theoretisch keine Gasdurchströmung benötigt. Es hat sich allerdings, wie bereits erwähnt, als vorteilhaft erwiesen, den Feststoff 20 mit einer geringen Menge an Gas, einem sogenannten "Schleichgas" zu durchströmen, weil hierdurch der Transport der letzten, unter Einfluß des Vakuums verdampfenden Flüssigkeit erleichtert wird. In diesem zweiten Abschnitt wird jedoch praktisch kein oder nur eine äußerst geringe Menge an Gas benötigt.

Eine energetisch günstige Aufteilung des gesamten Entfeuchtungs- und Trocknungsvorganges wie auch die Unterteilung in die oben erwähnten Abschnitte kann durch Versuche ermittelt werden, wobei verfahrenstechnische Gesichtspunkte und Kosten-Parameter berücksichtigt werden können. Die so ermittelte Aufteilung gilt jedoch häufig nur für einen bestimmten Moment des Gesamtverfahrens. Viele Produkte liegen in einer Suspension nicht homogen verteilt vor oder haben z. B. aufgrund von Aufbaukristallisation oder Kornbruch sich verändernde Korngrößen. Außerdem erfolgt in Anlagen der beschriebenen Art ein häufiger Produktwechsel, wobei jeweils die optimalen Einstellungen der Betriebsdaten neu bestimmt werden müssen.

Die optimale Aufspaltung in die einzelnen Trocknungsabschnitte sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 1 wie auch im Feststofftrockner 10 wird durch einen sich selbst steuernden Prozeß im Sinne eines Regelkreises, wie zuvor beschrieben, erreicht, wobei, wie ebenfalls bereits angegeben, mehrere Sensoren und die Steuereinrichtung 71, die mit der das Trockengas liefernden Vorrichtung 46 verbunden ist, eingesetzt werden. Hierdurch kann die kleinstmögliche Gesamtzeit der Gesamtabtrennung von Flüssigkeit und Feststoff einschließlich Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes

erzielt werden, wenn nämlich die Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 1 und im Feststofftrockner 10 durch die Sensoren, die auf Temperatur, Feuchtigkeit, Gewicht, Durchflußmenge, Druck, etc. ansprechen, fortlaufend überwacht werden. Die gemessenen Werte werden dann ständig mit den zu erreichenden Zielwerten für die Entfeuchtung und Trocknung sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 1 als auch im Feststofftrockner 10 verglichen. Die Zielwerte ihrerseits basieren dabei auf bekannten oder ermittelten Betriebsdaten, die für eine wirtschaftliche Entfeuchtung und Trocknung maßgeblich sind.

Werden die vorgegebenen Zielwerte erreicht, wird der Trocknungsvorgang im Feststofftrockner 10 beendet und gleichzeitig der Trocknungsvorgang in der Stülpfilterzentrifuge 1 unterbrochen. Der Feststofftrockner 10 wird durch Öffnen der Klappe 23 entleert, und aus der Stülpfilterzentrifuge 1 wird neuer, vorgetrockneter Feststoff in den Feststofftrockner 10 überführt.

Gestaltet sich der Trocknungsvorgang im Feststofftrockner 10 so, daß die Zielwerte noch nicht erreicht sind, auch wenn die Stülpfilterzentrifuge 1 ihren Zielwert bereits erreicht hat, so kann das Trocknungsergebnis in der Stülpfilterzentrifuge 1 z. B. durch eine Erhöhung des Gasdurchsatzes in der Schleudertrommel 7, eine Temperaturerhöhung des Trocknungsgases, etc. verbessert werden. Ebenfalls kann gegebenenfalls die Drehzahl der Zentrifuge 1 erhöht werden, um die mechanische Trocknung (Entwässerung) zu verbessern. Hierdurch kann dem Feststofftrockner 10 ein stärker vorgetrocknetes Produkt zugeführt werden, das dann im kürzeren Zeit im Feststofftrockner 10 getrocknet werden kann. Die Betriebszeiten von Stülpfilterzentrifuge 1 und Feststofftrockner 10 stimmen sich hierdurch harmonisch aufeinander ab. Umgekehrt können, falls das Erreichen der Zielwerte im Feststofftrockner 10 festgestellt wird, bevor die Stülpfilterzentrifuge 1 ihre Zielwerte erreicht, die Betriebsdaten des Feststofftrockners 10 entsprechend umgestellt werden. Auch eine Umstellung der Betriebsdaten sowohl der Stülpfilterzentrifuge 1 als auch des Feststofftrockners 10 ist möglich, um so ein harmonisches oder synergistisches Zusammenspiel dieser beiden Apparate zu erreichen.

Gemäß dem hier vorgeschlagenen Vorgehen optimieren sich die von der Stülpfilterzentrifuge 1 und dem Feststofftrockner 10 gebildeten Systeme selbst mit der Zielsetzung z. B. einer minimalen Gesamtbetriebszeit, wobei die Anteile der mechanisch durch Schleudern erzielten Entfeuchtung und der thermisch durch Trockengas durchgeführten Entfeuchtung von Charge zu Charge zeitlich und ergebnismäßig erheblich voneinander abweichen können.

Der Betriebsablauf der aus der Stülpfilterzentrifuge 1 und dem Feststofftrockner 10 bestehenden Anlage kann grundsätzlich auch so gesteuert werden, daß man feste, z. B. für das jeweilige Produkt durch Versuche ermittelte Zeiten vorgibt, und nach dem jeweiligen Ablauf dieser Zeiten die Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 1 und im Feststofftrockner 10 unterbricht. Möglich ist z. B. eine Aufteilung der Entfeuchtungs- und Trocknungszeiten in Stülpfilterzentrifuge 1 und Feststofftrockner 10 im Verhältnis 1 : 1 oder auch in anderen Verhältnissen, je nach den vorliegenden Betriebsbedingungen und zu erreichenden Zielwerten unter Einhaltung einer möglichst wirtschaftlichen und rationellen Arbeitsweise.

#### Patentansprüche

1. Stülpfilterzentrifuge zur Trennung eines Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches mit nachgeschaltetem Feststofftrockner, wobei in der Stülpfilterzentrifuge durch Schleudern, Druckgaspressen und Wärme konvektion

mit Hilfe eines strömenden Trockengases und im Feststofftrockner durch Wärmeleitung mit Hilfe eines strömenden Trockengases eine Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes stattfindet, **dadurch gekennzeichnet**, daß

die Stülpfilterzentrifuge (1) und der Feststofftrockner (10) über eine eine dichte Trennung von Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner ermöglichende Verschlusseinrichtung (Absperrventil 18) miteinander zu einer Einheit verbunden sind;

an der Stülpfilterzentrifuge (1) und am Feststofftrockner (10) Sensoren (35, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69) zur Messung des dort jeweils herrschenden Entfeuchtungs- und Trocknungsgrades sowie dort vorliegender weiterer Betriebsparameter, wie beispielsweise Gewicht des Trommelinhaltes, Druck, Temperatur, Durchflußmenge und/oder pH-Wert des Filtrats, Drehzahl, Feuchtigkeit, Zuflußmenge der zugeführten Suspension, angeordnet sind;

eine gemeinsame Steuervorrichtung (71) vorgesehen ist, welche durch die von den Sensoren abgegebenen Meßwerte betätigbar ist und in Abhängigkeit hiervon die Betriebsdaten, wie beispielsweise Drehzahl der Stülpfilterzentrifuge (1), einen Gasdruck, die Strömungsgeschwindigkeit eines Gases und/oder die Temperatur eines Gases sowie gegebenenfalls die Temperatur von den Feststoff (20) kontaktierenden Flächen (Behälter 21) regelt; und

die Steuervorrichtung (71) die Regelung dieser Betriebsdaten selbsttätig durchführt, so daß die Betriebszeiten für die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge (1) und im Feststofftrockner (10) sich aufeinander abstimmen und gleichzeitig die Aufteilung der mechanischen Schleuderenergie und der thermischen Energien in Stülpfilterzentrifuge (1) und Feststofftrockner (10) wirtschaftlich optimal erfolgt.

2. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie und der Feststofftrockner (10) mit einer gemeinsamen Vorrichtung (46) zur Lieferung des benötigten Gases verbunden sind.

3. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie und der Feststofftrockner (10) mit einer gemeinsamen Vorrichtung (46) zur Wiederaufbereitung des benötigten Gases verbunden sind.

4. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (71) mit der Vorrichtung (46) verbunden ist und die jeweiligen Aufteilungen der Betriebszeiten und Energien in Stülpfilterzentrifuge (1) und Feststofftrockner (10) selbsttätig durchführt.

5. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Feststofftrockner (10) eine Heizvorrichtung (22) vorgesehen ist, über die der Feststoff (20) durch Wärmekontakt aufheizbar ist.

6. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen ihr und dem Feststofftrockner (10) ein Desagglomerierer (19) angeordnet ist.

7. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß abwechselnd unter Überdruck und Unterdruck gesetzte Leitungen (47, 28) am Feststoff (20) einen Druckwechsel vollziehen und hierdurch den Feststoff (20) desagglomerieren.

8. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in die Steuervorrichtung (71) feste Zeiten eingebbar sind, nach deren Ablauf jeweils die Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge in der Stülpfilterzentrifuge (1) und im Feststofftrockner (10) be-

endet werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen







